

Заклученне. Рассмотрены варианты конструктивного исполнения рабочих камер цепных агрегатов, предназначенных для измельчения влажных материалов. Указаны преимущества и недостатки различных схем данного оборудования. Выбор того или иного варианта подвеса маятниковых рычагов будет зависеть от условий работы цепного агрегата, физико-механических свойств перерабатываемого материала, характера его загрузки (транспортёр, экскаватор и бункера) и заданной эффективности рабочего процесса.

Список цитируемых источников

1. Технологические аппараты адаптивного действия / Л. А. Сиваченко [и др.]. — Минск : Изд. центр БГУ, 2008. — 375 с.
2. Технологические комплексы и оборудование для переработки и утилизации технологических материалов : учеб. пособие / В. С. Севостьянов [и др.]. — Белгород : Изд-во БГТУ, 2015. — 321 с.
3. Технические основы переработки и утилизации техногенных материалов / В. С. Севостьянов [и др.]. — Белгород : Изд-во БГТУ, 2011. — 263 с.
4. Сиваченко, Л. А. Цепные технологические агрегаты многоцелевого назначения и их развитие / Л. А. Сиваченко, А. М. Ровский, И. А. Реутский // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. — 2014. — № 1. — С. 78—86.
5. Белоус, Д. Ю. Разработка конструкции многоцелевого цепного агрегата / Д. Ю. Белоус, В. А. Потапов // Содружество наук-2018 : материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф. молодых исследователей, Барановичи, 17 мая 2018 г. — Барановичи : БарГУ, 2018. — С. 24—26.
6. Сиваченко, Л. А. Многофункциональный технологический агрегат с цепным рабочим оборудованием / Л. А. Сиваченко, В. А. Потапов, Т. Л. Сиваченко // Энергоресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительной отраслях : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Белгород, 20—21 сент. 2018 г. / БГТУ им. В. Г. Шухова. — Белгород, 2018. — С. 211—215.

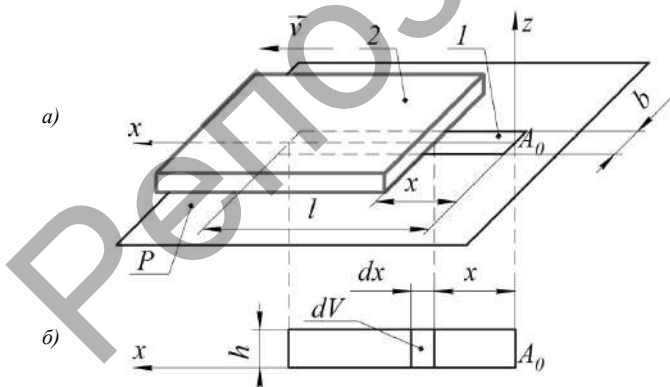
УДК62.565

С. І. Русан, кандидат тэхнічных навук, дацэнт, Л. Л. Сотнік
Установа адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт», Баранавічы

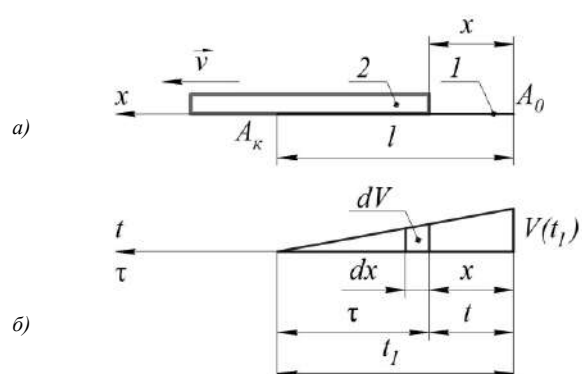
ДАСЛЕДАВАННЕ ПРАПУСКНОЙ ЗДОЛЬНАСЦІ ТЭХНАЛАГІЧНЫХ ПЕРАХОДАЎ СА ЗМЕННЫМІ ПАРАМЕТРАМІ

Уступ. У многіх вытворчых агрэгатах утворанае ў працэсе перапрацоўкі вадкае ці сыпучае асяроддзе перамяшчаецца па трубах або праз адтуліны, пераходы розных геаметрычных формаў з адной ёмістасці ў іншую. Пры гэтым узнікае неабходнасць у вызначэнні аб'ёму рэчыва, што перамяшчаецца паміж ёмістасцямі за пэўны час, інакш — прапускной здольнасці пераходаў ці прадукцыйнасці агрэгатаў.

Асноўная частка. Тут у якасці мадэлі для даследавання разглядаецца пераход 1 (шчыліна) прамавугольнай формы размерамі $b \times l$, змешчаны ў гарызантальнай плоскасці (рысунак 1, а). Засаўка 2 можа рухацца ўздоўж восі A_0x і часткова або цалкам закрываць ці адкрываць шчыліну 1. Рух засаўкі адбываецца адначасова з перамяшчэннем асяроддзя праз адкрытую частку шчыліны. Лічым, што рэчыва перамяшчаецца з пастаяннай скорасцю v_1 з верхняй прасторы, што над плоскасцю P , у ніжнюю. Плоскасць P можа з'яўляцца дном пасудзіны, напоўненай рэчывам, напрыклад, пяском.



Рысунак 1 — Мадэль пераходу (а) і эпіюра змянення аб'ёму ў эталонным варыянце (б)



Рысунак 2 — Бакавая праекцыя пераходу (а) і эпіюра змянення аб'ёму ў варыянце з рухомай засаўкай (б)

Мэта даследавання заключаецца ў вызначэнні прапускной здольнасці пераходу l у залежнасці ад закону руху засаўкі 2. Разглядаюцца тры законы руху $x = x(t)$: роўнамерны, раўнапераменны і гарманічны. Для параўнальнага аналізу вызначаецца і аб'ём рэчыва, што перамяшчаецца праз увесь пераход $b \times l$ без засаўкі за адзінку часу (эталонны варыянт). Час (працягласць) перамяшчэння рэчыва на любым элементарным участку Δl шчыліны будзем абазначаць літарай τ . У агульным выпадку τ — велічыня пераменная: $\tau = \tau(t)$, дзе t — час руху засаўкі да разглядаемага ўчастка Δl шчыліны. Зразумела, што на ўчастках, дзе пераход адкрываецца раней, працягласць перамяшчэння τ рэчыва праз шчыліну большая.

Ва ўсіх названых варыянтах руху засаўкі час да поўнага адкрыцця пераходу (яе перамяшчэнне на адлегласць l) будзем абазначаць t_1 . Такі ж час прымаем і для працягласці перамяшчэння асяроддзя праз шчыліну ў эталонным варыянце. Для яго эпіюра, што характарызуе змяненне аб'ёму перамяшчаемага праз шчыліну рэчыва па яе даўжыні l , прадстаўлена на рысунку 1, б, у выглядзе прамавугольніка; яго старана $h = V_1 t_1$ — вышыня стоўбчыка рэчыва, які перамясціўся пад плоскасць P . Гарызантальнае сячэнне стоўбчыка роўна $b dx$, яго аб'ём $dV = b dx h$; аб'ём усяго прасыпанага праз шчыліну рэчыва $V = \int_0^l b h dx$ ці $V = b l v_1 t_1$, м³.

Для параўнання прапускных здольнасцей розных тыпаў пераходаў зручней карыстацца характарыстыкай $q = \frac{V}{t_1}$. Пры апісанні якасцей вытворчага агрэгата гэту характарыстыку называюць прадукцыйнасцю. Такім чынам, прадукцыйнасць агрэгата з пераходам без засаўкі вызначаецца па формуле

$$q = b l v_1, \text{ м}^3 / \text{гадз} \quad (1)$$

пры ўмове, што скорасць вымяраецца ў м / гадз, а размеры b і l — у метрах.

Даследаванне пераходаў з рухомымі засаўкамі. На рысунку 2, а, засаўка 2 рухаецца са скорасцю v улева. У момант часу t яна знаходзіцца на адлегласці x ад пачатку A_0 шчыліны l .

На рысунку 2, б, паказана эпіюра змянення аб'ёму рэчыва, што перасыпаецца пад плоскасць P (якая працягваецца на рысунку ў лінію $A_0 x$). Ардынаты эпіюры прапарцыянальны працягласці τ перасыпання рэчыва праз адпаведны ўчастак шчыліны. Найбольшы аб'ём рэчыва $V(t_1)$ паспявае перамясціцца праз участак Δl , што прылягае да пункта A_0 у момант часу $t = t_1$ (калі адкрываецца ўвесь пераход). Элементарны аб'ём (стоўбчык) рэчыва, якое перамяшчаецца праз участак шчыліны dx за час τ , роўны:

$$dV = b dx v_1 \tau, \quad (2)$$

дзе τ , як відаць на рысунку 2, б, роўны $t_1 - t$.

Засаўка рухаецца раўнамерна. Скорасць яе руху $v = \text{const}$, закон руху:

$$x = vt, \quad dx = v dt.$$

Па формуле (2) знаходзім:

$$dV = b v v_1 (t_1 - t) dt,$$

$$V = \int_0^{t_1} b v v_1 (t_1 - t) dt = b v v_1 \int_0^{t_1} (t_1 - t) dt = c t_1 \int_0^{t_1} dt - c \int_0^{t_1} t dt = c \left(t \Big|_0^{t_1} - \frac{1}{2} t^2 \Big|_0^{t_1} \right) = \frac{1}{2} c t_1^2,$$

дзе $c = b v v_1$.

Тут $t_1 = \frac{l}{v}$, таму $V = \frac{1}{2} c \left(\frac{l}{v} \right)^2$. Канчаткова $V = \frac{1}{2} b v v_1 t_1$, м³, адкуль

$$q = \frac{1}{2} b l v_1, \text{ м}^3 / \text{гадз}. \quad (3)$$

Засаўка рухаецца роўнапаскорана. Яе паскарэнне $a = \text{const}$, скорасць $v = at$. Пасколькі $v = dx / dt$, то $dx = v dt = at dt$. Падстаўляем dx у формулу (2):

$$dV = b v_1 a t (t_1 - t) dt = c_1 t (t_1 - t) dt,$$

дзе $c_1 = b v_1 a$.

Знаходзім:

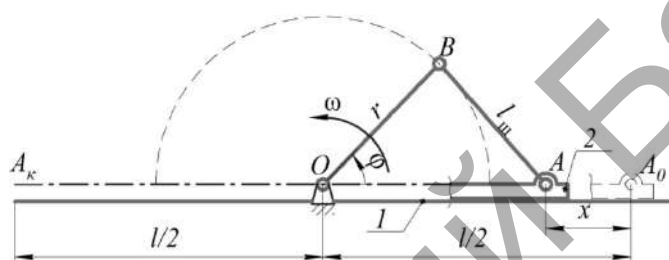
$$V = c \int_0^{t_1} t(t_1 - t) dt = c \left(t_1 \int_0^{t_1} t dt - \int_0^{t_1} t^2 dt \right) = c \left(t_1 \frac{1}{2} t^2 \Big|_0^{t_1} - \frac{1}{3} t^3 \Big|_0^{t_1} \right) = \frac{1}{6} c t_1^3 = \frac{1}{6} c t_1^2 t_1.$$

З формулы $l = \frac{at_1^2}{2}$ вызначаем: $t_1^2 = \frac{2l}{a}$. Тады $V = \frac{1}{6} c \left(\frac{2l}{a} \right) t_1 = \frac{1}{3} b l v_1 t_1, \text{ м}^3$, адкуль

$$q = \frac{1}{3} b l v_1, \text{ м}^3 / \text{гадз}. \quad (4)$$

Засаўка рухаецца паводле гарманічнага закону. Будзем лічыць, што яна прыводзіцца ў рух пры дапамозе крывашыпа-шатуннага механізма OBA (рысунк 3). Вось вярчэння O крывашыпа OB усталяўваем пасярэдзіне даўжыні шчыліны: $A_0O = OA_k = l/2$. Прымаем даўжыні крывашыпа і шатуна аднолькавымі ($l_{ш} = r$), а вуглавую скорасць ω крывашыпа пастаяннай; тады яго вугал паварота $\varphi = \omega t$. З рысунка 3 вызначаем:

$$x = 2r(1 - \cos \omega t).$$



Рысунк 3 — Мадэль пераходу з рухам засаўкі па гарманічным законе

Далей знаходзім:

$$\frac{dx}{dt} = 2r\omega \sin \omega t.$$

Паводле формулы (2) атрымліваем:

$$dV = b(2r\omega \sin \omega t) v_1 (t_1 - t) dt = c_2 (t_1 \sin \omega t - t \sin \omega t) dt,$$

дзе $c_2 = 2br\omega v_1$.

Патрэбны далей для вызначэння V інтэрвал ад здабытку $t \sin \omega t$ знаходзім шляхам інтэгравання па частках:

$$\int t \sin \omega t dt = \frac{\sin \omega t}{\omega^2} - \frac{t \cos \omega t}{\omega}.$$

Такім чынам,

$$V = c_2 \left[\left(\frac{t_1}{\omega} \right) (-\cos \omega t) \Big|_0^{t_1} - \left(\frac{\sin \omega t}{\omega^2} - \frac{t \cos \omega t}{\omega} \right) \Big|_0^{t_1} \right].$$

Улічваем, што тут $\omega t_1 = \pi$ і $2r = l/2$. Канчаткова атрымліваем:

$$V = \frac{1}{2} b v v_1 t_1, \text{ м}^3,$$

дзе $t_1 = \pi / \omega$.

Адсюль знаходзім:

$$q = \frac{1}{2} b l v_1, \text{ м}^3 / \text{гадз}. \quad (5)$$

Паглыбленае даследаванне ўласцівасцей пераходу A_0A_k з гарманічным законам руху засаўкі дазваляе ўстанавіць яго цікавую асаблівасць: левая палова OA_k валодае ледзь не ўдвая большай прапускання здольнасцю, чым правая.

У момант часу $t = t_1$, калі крывашып павернецца на вугал π , адкрыты ўвесь пераход, далей яго прапусканная здольнасць вызначаецца формулай (1). Але калі крывашып без спынення працягне рух, то пераход пачне закрывацца. Працягласць закрывання t_1 і аб'ём перамяшчаемага за гэты час рэчыва V такі ж, як і пры адкрыванні.

Заклучэнне. Параўноўваючы прапусканныя характарыстыкі (3), (4), (5) з эталоннай (1) і паміж сабою, устаўляем, што яны істотна залежаць ад законаў руху засавак. Але, у прыватнасці, пры раўнамерным і гарманічным руху названыя ўласцівасці не адрозніваюцца. Распрацаваная тут агульная методэка даследавання прапускання здольнасцей зменных у часе пераходаў дазваляе даследаваць і іншыя варыянты пераходных устройстваў.

УДК 004.051

Е. В. Соловей, В. В. Гаранович

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Введение. В наше время системы автоматизированного проектирования (далее — САПР) используются в различных отраслях инженерной деятельности: строительстве, машиностроении, авиастроении, архитектуре, картографии, бытовой электротехнике и др. Данные системы позволяют не только проектировать чертежи, минимизируя ошибки проектирования, но и моделировать детали в трехмерном изображении, рассмотреть и анализировать процессы сборки, требуемые формы и т. п. Эти функции делает процесс разработки и создания деталей гарантированно быстрее и качественнее, а выпускаемую продукцию не только качественнее, но и дешевле. Стоит отметить, что жизненный цикл программного обеспечения имеет цикличность, разрабатываются новые версии САПР с более широким функционалом, ориентированные на потребности современного инженера и производства. Приоритетным направлением на текущий момент является реализация использования САПР в сетях и возможность осуществления групповой работы над одним проектом. В перспективе видим возможность подключения системы анализа работы над проектом не как отдельно взятого модуля, а как постоянного сопровождения процесса проектирования.

Основная часть. Основными требованиями к промышленному производству являются улучшение качества изготавливаемой продукции, рациональное использование сырья, снижение стоимости продукции и скорость выхода продукта на рынок. Без внедрения современных информационных технологий в машиностроение высокого результата добиться невозможно, этим обуславливается целесообразность использования САПР, конструктивно-технологической подготовки производства и инженерного анализа на всех этапах деятельности инженерного состава любого предприятия. Необходимым арсеналом функций создания, ведения и реализации технической документации на предприятии обладают САПР. Инженеру не приходится вычерчивать линии, цифры и буквы, стараясь правильно соблюсти ГОСТ; САПР сами предлагают шрифты, соответствующие ГОСТ.

Основными задачами САПР являются:

- 1) эффективность, включающая в себя следующие критерии:
 - скорость выполнения чертежей, позволяющая значительно ускорить процесс проектирования в несколько раз, с четко обозначенными сроками выполнения работ;
 - точность выполнения чертежей не зависит от толщины и качества грифеля карандашей, все чертежи, построенные САПР, имеют максимально маленькие погрешности (точность 0,01—0,0001 мм);
 - качество выполнения чертежей напрямую зависит от конструктора, поскольку САПР рисует линии и тексты по заложенным стандартам, все линии можно добавлять, убирать, переносить и редактировать без всяческих следов, в итоге получается качественный чертеж;
 - многократное использование чертежа позволяет организовывать библиотеки пользователя и неоднократно пользоваться сохраненными разработками в режиме монопольной работы и в сетевом режиме;
 - специально разработанный функционал для процесса проектирования имеет следующие чертежные возможности: копирование, изменение масштаба, повороты, приближение чертежа при работе и т. п.;
 - выполнение анализа разработанного проекта и осуществление расчетов основных технических показателей позволяют осуществлять эксперименты над созданными моделями и значительно ускоряют запуск разработки в массовое производство, минуя огромное количество ошибочных вариаций;
 - высокий уровень проектирования осуществляет разработку и проектирование деталей нестандартной формы и размеров;